

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
Campus Baixada Santista

LUCAS MIOM AUGUSTO

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE EXERCÍCIO
FÍSICO NA MEMÓRIA E NA ATENÇÃO DE JOVENS
FISICAMENTE ATIVOS**

Santos
2014

LUCAS MIOM AUGUSTO

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE EXERCÍCIO FÍSICO NA MEMÓRIA E NA ATENÇÃO DE JOVENS FISICAMENTE ATIVOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de São Paulo como parte dos requisitos curriculares para obtenção do título de bacharel em Educação Física – Modalidade Saúde.

Orientadora: Profa. Dra. Hanna Karen Moreira Antunes

Santos

2014

A minha família e todos os amigos que colaboraram para que isso fosse possível.

Agradecimentos

Agradeço a Deus e ao universo pelas pessoas, oportunidades e experiências que vivenciei nessa trajetória.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais e avós que sempre fizeram esforço imensurável pra que esse momento chegasse. A minha tia do coração Simone Jorge por durante parte deste trajeto me ajudar de todas as formas possíveis.

Agradeço a minha professora e orientadora Hanna Karen, que me ensinou muito como pessoa e como pesquisador, e ainda me possibilitou vivenciar o mais elevado nível da profissão. Ao Jorginho por ter me ajudado em todo processo deste trabalho e à toda equipe do CEPE.

Agradeço aos amigos mais próximos que fizeram realmente parte do cotidiano e contribuíram com ideias, motivação e às vezes apenas sendo um ouvinte dos problemas. A Jessica Nakayama que foi uma pessoa mais do que especial durante esses anos.

Agradeço ao grupo PET-Educação Física, aos tutores Alessandra e Sionaldo por possibilitarem a mais ampla experiência dentro da Universidade.

Aos professores Conrado, Marina e Vinícius que me ensinaram o que é arte.

Por fim, agradeço a toda Educa 06 e aos professores do curso pelas alegrias e aprendizados.

“Tudo tem seu tempo determinado, e há tempo para todo propósito debaixo do céu.”

Eclesiastes 3:1

RESUMO

A prática regular de exercício físico e seus efeitos positivos sobre diversos aspectos da cognição e do humor são bastante reconhecidos na literatura científica. Porém, os resultados relacionados com a prática aguda (uma sessão) do exercício ainda não são claros. Alguns estudos apresentam relação positiva, outros negativa e ainda os que não exibiram relação. Um possível fator para essa divergência de resultados é a intensidade do exercício, outro fator relevante seria o nível de atividade física prévia dos indivíduos, ou seja, a quantidade de exercício realizada durante toda vida. Perante este quadro o presente estudo teve como objetivo investigar os possíveis efeitos na cognição e no humor entre dois protocolos distintos de exercício físico agudo em jovens fisicamente ativos. Participaram deste estudo 7 indivíduos jovens, eutróficos e fisicamente ativos, com média (\pm desvio-padrão) de idade, estatura, massa corporal, índice de massa corpórea (IMC) e VO_2 pico de: $22,86 \pm 1,86$ anos; $1,76 \pm 0,04$ m; $72,09 \pm 7,64$ kg; $23,25 \pm 2,46$ kg/m² e $57,50 \pm 5,28$ ml.kg.min⁻¹. Inicialmente os voluntários foram submetidos a um eletrocardiograma (ECG) de repouso e esforço, conduzido por um médico, e apenas aqueles que tiveram a saúde cardiovascular atestada foram incluídos na amostra. Após a liberação médica, os sujeitos passaram por duas condições experimentais de exercício físico com testes ergoespirométricos com um sistema metabólico (Quark PFT 4ERGO, Cosmed, Italy) em cicloergômetro de pernas (Excalibur Sport Lode, Netherlands): a) sessão em carga progressiva, com carga inicial de 70 watts com incrementos de 35 watts a cada 2 minutos, até a exaustão voluntária máxima, Teste Máximo (TM); b) sessão em carga retangular (CR), na intensidade do LV-I por um período de 20 minutos. Antes e imediatamente após os testes, os voluntários responderam a uma bateria cognitiva e de humor composta dos seguintes testes: Escala de Humor de Brunel (BRUMS), Digit Symbol, Trail Making Test parte A e B; Teste de Atenção Concentrada - Toulouse-Pieron; dois sub-testes da Escala Wechsler de Memória- Revisada (WMS-R) o Digit Span e Blocos de Corsi, Pares Verbais Associados, Teste de Recordação Livre de Palavras, Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) e por fim a Escala Subjetiva de Experiência em Exercício (SEES). Foram analisadas as concentrações de lactato e glicose sanguínea, pressão arterial e temperatura corporal com o intuito de relacionar a ativação metabólica com os efeitos cognitivos. Os testes foram realizados em intervalos de 1 semana e no mesmo período do dia evitando uma possível influência circadiana. Nossos dados sugerem que o TM se mostrou mais eficiente para melhorar a velocidade de resposta e coordenação visuo-espacial, enquanto a CR foi mais benéfica para memória declarativa e de longo prazo. Todavia, ambos os protocolos foram capazes de melhorar a atenção, velocidade motora, memória de longo prazo e processamento de informações. Tais alterações foram acompanhadas de uma diminuição da sensação de vigor e aumento na sensação de fadiga para TM e CR, porém no TM foi mais relevante o aumento da fadiga e diminuição da percepção de bem-estar. Concomitantemente a estas mudanças, foi observado aumento na concentração de lactato no sangue durante ambas as situações, e aumento significativo da pressão sistólica após o TM comparada a CR. Mais estudos são necessários para elucidar os efeitos das diferentes intensidades de exercício físico agudo na cognição e relacioná-los com o nível de atividade física prévia dos indivíduos.

PALAVRAS-CHAVES: Exercício Físico, Cognição, Memória, Atenção.

ABSTRACT

The regular practice of physical exercise and its positive effects on various aspects of cognition and mood is already well established in the scientific literature. However, the results related to acute bouts of exercise are still not clear, some show a positive relationship, others a negative, and there were even those that did not show any significant change. One possible factor for this divergence is the intensity of the exercise and another relevant factor would be the fitness level of individuals, ie, the amount of exercise done throughout life. Considering all this, the present study proposes to investigate the possible effects on cognition and mood between two different protocols of acute exercise in physically fit young males. The study included seven young, well-nourished and physically fit males, with a mean (\pm SD) age of 22.86 ± 1.86 years, a height of 1.76 ± 0.04 m, a body mass of 72.09 ± 7.64 kg with a body mass index (BMI) of 23.25 ± 2.46 kg/m² and VO₂ peak of 57.50 ± 5.28 ml.kg.min⁻¹. Initially the volunteers underwent an electrocardiogram (ECG) at rest and effort, led by a physician, and only those who had attested cardiovascular health were included in the sample. After medical clearance, the subjects underwent two experimental conditions of exercise with an ergospirometry with metabolic system (Quark PFT 4ERGO, Cosmed, Italy) in a cycle ergometer (Lode Excalibur Sport, Netherlands): a) session with progressive loading, with initial load of 70 watts and 35 watt increments every 2 minutes until voluntary exhaustion, Maximal Test (TM); b) a session of rectangular load (RL) on the intensity of the Ventilatory Threshold 1 for a period of 20 minutes. Before and immediately after the test, patients answered a cognitive and mood tests battery consisting of the following tests: Brunel Mood Scale (BRUMS), Digit Symbol, Trail Making Test parts A and B; ; Toulouse-Pieron - Test of Sustained Attention two subtests of the Wechsler Memory Formats Scale Revised (WMS-R) Digit Span and Corsi Blocks, Pairs Verbal Associates, Remembrance Free Word Test, Trait Anxiety Inventory-State (STAI) and finally the Subjective Scale Experience on Exercise (SEES). Tests were performed at intervals of 1 week and at the same time of day to avoid a possible circadian influence. Our data suggests that the TM is more efficient to improve the response speed and visuo-spatial coordination, while the (RL) was more beneficial for declarative memory and long term. However, both protocols were able to improve attention, motor speed, long-term memory and information processing. These changes were accompanied by a decrease in feelings of vigor and increased fatigue feeling to RL and TM, but TM was more relevant in increased fatigue and decreased perception of well-being. Concurrent with these changes, there were differences in the blood lactate concentration during the RL and TM, and a significant increase in systolic blood pressure on the RL protocol compared to the TM. More studies are needed to elucidate the effects of different intensities of acute exercise on cognition and relate them to the level of prior physical activity of individuals.

KEY-WORDS: Exercise, Cognition, Memory, Attention.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MÉTODO.....	13
2.1 Abordagem da pesquisa.....	13
2.2 Procedimentos éticos	13
2.3 Descrição da amostra.....	13
2.3.1 Critérios de Inclusão.....	13
2.3.2 Critérios de Exclusão.....	13
2.3.3 Sujeitos.....	14
2.4 Protocolo Experimental.....	14
2.4.1 Análise dos parâmetros respiratórios.....	14
2.4.2 Protocolo de exercício	15
2.4.3 Procedimentos Experimentais	15
2.4.4 Descrição dos Testes Cognitivos	16
2.4.5 Descrição do Teste de Humor.....	18
2.4.6 Descrição das Coletas de Sangue	19
2.4.7 Descrição da Medida de Temperatura Corporal.....	19
2.4.8 Descrição da Medida de Pressão Arterial.....	19
2.4.9 Linha do Tempo – Desenho Experimental.....	20
2.5 Análise Estatística	20
3.RESULTADO	21
4. DISCUSSÃO.....	28
5. CONCLUSÃO.....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

A Atividade Física que pode ser definida como qualquer movimento produzido pela musculatura esquelética, que tem como resultado dispêndio energético, tem sido cada vez mais aceita como um importante método não-medicamentoso para o tratamento de diversas patologias (SHEPHARD e BALADY, 1999). O exercício físico é toda atividade física, realizada de forma planejada, estruturada e proposta com o objetivo de promover melhora ou manutenção de um ou mais componentes da aptidão física (CASPERSEN, 1985).

A prática regular de exercício físico já é bastante consolidada como benéfica para diversos aspectos relacionados a saúde, dentre eles: melhora do perfil lipídico (CAMBRI *et al.*, 2006), protegendo o sistema cardiovascular; diminuição do risco de doenças crônico-degenerativas, como Diabetes tipo 2 (SILVA e LIMA, 2002); e ainda melhora da função cognitiva, como memória e atenção (HOPKINS *et al.*, 2012). No entanto, os efeitos do exercício físico agudo na função cognitiva ainda permanecem em meio a uma controvérsia de resultados, enquanto alguns apresentaram melhora da função cognitiva, outros demonstram variados efeitos. Tomporowski e Ellis (1986) classificaram os resultados em quatro categorias: aqueles que encontraram uma relação benéfica, os que encontraram uma relação prejudicial, os que encontraram ambas relações benéfica e prejudicial, e os que não encontraram relação. Esta discrepância de resultados pode estar ligada a diferença no grau de influência que uma sessão aguda de exercício pode ter na performance cognitiva e que isso pode depender do nível de atividade física prévia de cada indivíduo, ou seja, quanto o indivíduo se exercitou durante toda sua vida (HOPKINS *et al.*, 2012).

O crescente desenvolvimento científico e tecnológico das últimas décadas, esta intimamente relacionado com a mudança no estilo de vida de grande parte da população dos países desenvolvidos ou em desenvolvimento, que passa grande parte de sua rotina diária em tarefas que demandam pouca ou nenhuma atividade física, e comumente, estas mesmas tarefas estão associadas a um grande “desgaste mental”, contribuindo para elevados níveis de estresse e sedentarismo dessas populações, que por sua vez acarretam no declínio do estado de saúde e bem-estar dos sujeitos (ACSM, 2000). Considerando que muitos destes problemas estão ligados aos processos cognitivos e ao humor, tais como déficit de atenção, ansiedade e depressão, o que mais tem ocorrido nos últimos tempos, é uma defasagem da mão de obra produtiva que, por sua vez, desencadeia um aumento da demanda por tratamento psicológico, gerando altos custos para os cofres públicos. De acordo com dados da Previdência Social, em 2013, depressão e outros “Transtornos mentais e comportamentais” foram a segunda causa com maior número de concessão de auxílios-doença, perdendo apenas para “Doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo”, ou seja, as

doenças mentais foram a segunda razão que mais afastou os indivíduos do trabalho (BRASIL, 2013).

Para compreender, de maneira mais clara o principal objeto do presente estudo, podemos definir como funções cognitivas as fases do processo de informação, como percepção, aprendizagem, memória, raciocínio, solução de problemas, vigilância e atenção. E ainda funções psicomotoras como tempo de reação, tempo de movimento e velocidade de desempenho (CHODZOKO-ZAKJO e MOORE, 1994). De acordo com Colcombe *et al.* (2003), a partir da terceira idade há uma perda do equilíbrio entre a lesão e o reparo neuronal, causando uma significativa perda de neurônios, dessa forma influenciando de maneira negativa tais funções cognitivas. A prática da atividade física é benéfica para função cognitiva de idosos e jovens, podendo ser considerada como uma forma de prevenção primária para demência e outras desordens neurodegenerativas, como Mal de Alzheimer (DENKINGER *et al.*, 2012; HILLMAN *et al.*, 2008). A ativação gerada pelo exercício físico tem sido colocada na literatura, como facilitadora dos processos de aprendizagem e memória (McGAUGH, 2004). Isto pode estar relacionado a diversas adaptações fisiológicas e funcionais induzidas pelo exercício, podendo-se destacar a neurogênese em células do hipocampo, região esta que está ligada aos processos mnemônicos. Em seus estudos, com ratos idosos, van Praag *et al.* (2005) encontrou aumento da neurogênese no circuito hipocampal, para aqueles ratos que tiveram acesso à corrida na roda quando comparados aqueles que não tinham acesso. Estes achados reforçam a ideia de que o exercício físico deve fazer parte da prevenção primária de doenças neurodegenerativas independente da faixa etária dos sujeitos.

Em um estudo semelhante a este, Coles e Tomporowski (2008) encontraram resultados que sugerem que a excitação induzida pelo exercício físico, pode influenciar a codificação e consolidação da informação, mantida pela memória de trabalho. Eles também sugeriram que durante o exercício, e com aumento linear em relação à intensidade, há uma liberação de diversos neurotransmissores que estimulam o Sistema Nervoso Central, dentre eles podemos ressaltar a noradrenalina e a dopamina. Essa descarga de neurotransmissores induz o indivíduo a um estado de alerta, facilitando a execução de tarefas que requerem atenção e rapidez de resposta (McMORRIS *et al.*, 2011).

Os achados na literatura indicam que a intensidade do exercício físico tem um efeito significativo sobre a performance cognitiva (KAMIJO *et al.*, 2007; CHANG *et al.*, 2012). Na meta-análise realizada por Chang *et al.* (2012), as intensidades “muito leve”, “leve” e “moderada” tiveram maior efeito sobre as funções cognitivas imediatamente após o exercício, porém esse efeito foi maior nas intensidades “intensa” e “muito intensa” quando observadas num intervalo de 11 à 20 minutos após o exercício.

Estudos de neuroimagem reforçam a hipótese de que há uma diminuição da oxigenação nos lobos pré-frontais durante o exercício intenso. (BHAMBHANI, MALIK, e MOOKERJEE, 2007; EKKEKAKIS, 2009). Uma possível explicação para este fenômeno é que em intensidades elevadas, a hiperventilação provoca uma diminuição na pressão parcial de dióxido de carbono (PaCO_2), que por sua vez provoca uma constrição dos vasos sanguíneos cerebrais e, finalmente, uma diminuição da perfusão cerebral. Consequentemente, aumentar a intensidade do exercício de forma aguda deve prejudicar o controle executivo, que se assenta sobre a integridade funcional do córtex frontal (LABELLE *et al.*, 2013). Esta área do cérebro inclui o córtex motor e pré-motor e o córtex pré-frontal e está envolvido no planejamento de ações e movimento, assim como no pensamento abstrato.

Alguns pesquisadores sugerem que alterações neuroendócrinas também podem ser bases potenciais para o efeito do exercício agudo através da ação das catecolaminas (dopamina, noradrenalina e adrenalina) e do cortisol. Em altas intensidades de exercício há um aumento nos níveis de cortisol, podendo ocasionar um aumento importante na excitação que pode então levar a alterações na performance cognitiva. O aumento das concentrações de catecolaminas pode levar a uma ativação preferencial do sistema límbico a expensas dos lobos pré-frontais e, portanto, causar um colapso no desempenho em tarefas de controle executivo (McMORRIS, 2009).

O aumento do fluxo sanguíneo cerebral durante o exercício físico agudo acredita-se ser um dos principais atores na performance cognitiva, pois através dele ocorre um aumento no aporte de nutrientes e O_2 , contribuindo para um bom funcionamento do cérebro. Em um estudo com jovens em cicloergômetro que investigou a oxigenação cerebral e o exercício realizado em diferentes intensidades, encontrou-se que o exercício moderado em 60% VO_2 pico resultou em melhor desempenho cognitivo, mas não foi diretamente associado a mudanças significativas na oxigenação cerebral. Porém, o exercício intenso a 80% VO_2 pico, apresentou diminuição relevante na oxigenação cerebral, no entanto exibiu efeito positivo em tarefas de atenção visual (ANDO *et al.*, 2011). Todavia, ainda não é possível ter clareza sobre os efeitos do exercício intenso, pois McMorris *et al.* (2009) também analisou os efeitos do exercício agudo em carga incremental, e encontrou declínio da função cognitiva na intensidade correspondente a 80% VO_2 pico.

O exercício físico atua na função cerebral de maneira multidimensional, incluindo ativação de mecanismos de neuroplasticidade, aumento da neurogênese e angiogênese (VAN PRAAG, 2005), aumentando a capacidade metabólica cerebral e defesas antioxidantes (BERTCHOLD *et al.*, 2010). Muitas práticas corporais e atividades de vida diária (AVD) podem requerer, além de uma demanda física, tarefas que solicitem funções cognitivas, como decisão e/ou percepção do sujeito (BRISWALTER *et al.*, 2002).

Scarmeas e Stern (2003) e Labelle *et al.* (2013), propõem a existência de uma relação entre os benefícios cognitivos do exercício físico e o nível de atividade física prévia dos indivíduos, sugerindo uma “reserva cognitiva” para aqueles melhores condicionados fisicamente ou que mantêm um estilo de vida ativo.

Segundo Labelle *et al.* (2013) esse comportamento diminuto dos indivíduos sedentários, pode estar relacionado a três processos decorrentes do exercício, como uma acentuada diminuição na saturação sanguínea de O₂ e/ou de metabólitos na região do lobo frontal, um relevante aumento nas concentrações de cortisol e/ou catecolaminas, ou por uma forte reação emocional frente ao exercício intenso.

O nosso estudo teve como finalidade esclarecer um pouco mais sobre a relação dos processos cognitivos e os diferentes tipos de exercício físico. Acredita-se que, a partir de um conhecimento ampliado sobre a relação entre exercício físico e a cognição, pode-se embasar a prática profissional do educador físico a fim de compreender melhor os problemas relacionados às funções cognitivas e otimizar a intervenção profissional, utilizando a atividade física para modular tais funções. Em sua revisão Hillman *et al.* (2008) citam estudos que determinaram uma relação positiva entre atividade física e desempenho cognitivo em crianças durante a idade escolar (4 à 18 anos) e avaliaram diferentes categorias, dentre elas: habilidades de percepção, quociente de inteligência, testes verbais, testes de matemática, memória, nível de desenvolvimento / aptidão acadêmica. Foi encontrada relação benéfica para todas as categorias e para todas as faixas etárias. Tais informações seriam de particular importância para os educadores, cujo papel é definir as condições ambientais que maximizam a aprendizagem dos alunos. Pode ser que os períodos de atividade física distribuídos por todo o dia escolar do aluno poderiam aumentar a memorização para informações apresentadas em sala de aula (COLES e TOMPOROWSKI, 2008).

A maioria dos resultados encontrados na literatura sugere que toda atividade física pode trazer benefícios em qualquer estágio da vida, e quanto mais cedo for feita a intervenção pode ser de suma importância para a melhoria e / ou manutenção da saúde e da função cognitiva durante toda a vida adulta.

Além dos fatores relacionados à saúde mental, o estudo sobre a influência do exercício físico agudo sobre o funcionamento cognitivo pode ser uma abordagem interessante sobre os vários processos de otimização do desempenho esportivo. A importância da ligação entre o desempenho esportivo e o funcionamento cognitivo tem sido destacada por treinadores e atletas, visto que estratégias de atenção e de tomada de decisão são parâmetros frequentemente importantes na obtenção de bons desempenhos no esporte. Isto parece especialmente importante em esportes onde há muita informação para ser processada em um curto espaço de tempo. Os atletas são confrontados com sinais críticos e através deles tem que extrair as pistas importantes para aperfeiçoar a sua

resposta. Por exemplo, em uma performance de esportes de confronto o adversário tenta mascarar sua intenção e uma das tarefas do atleta é distinguir entre fintas as informações relevantes. No contexto da otimização de desempenho, conhecendo as variáveis que afetam a interação entre os processos fisiológicos e cognitivos durante o exercício agudo, pode-se ter efeitos práticos como a melhoria de procedimentos de formação ou de estratégias de competição (BRISSWALTER *et al.*, 2002).

Assim sendo, a problemática deste estudo consiste no comportamento da resposta cognitiva e de humor em jovens do sexo masculino antes e após exercício físico agudo.

Nesse sentido, o objetivo geral foi investigar o comportamento da resposta cognitiva e de humor em jovens do sexo masculino antes e após exercício físico agudo. Para tanto, também temos os seguintes objetivos específicos:

- Verificar a resposta cognitiva e de humor frente uma sessão de exercício com carga retangular e uma sessão de exercício físico realizado até a exaustão máxima;
- Verificar a influência das respostas fisiológicas (respostas ventilatórias, comportamento da frequência cardíaca, temperatura corporal, do lactato sanguíneo e da glicemia), nos diferentes protocolos investigados.
- Comparar as diferenças entre os protocolos de exercício utilizados.

Assim, essa pesquisa enuncia a hipótese de que há um efeito seletivo em diferentes componentes da cognição após a realização de dois protocolos distintos de exercício físico. Para exercícios de carga constante (carga retangular) a literatura mostra que o exercício aeróbio melhora o processamento de informações e com isso auxilia na solução de problemas complexos, e processos de atenção (TOMPOROWSKI, 2003). Porém, certas evidências indicam que a realização de um exercício físico máximo apresenta memória de curto prazo melhorada e concomitante diminuição da habilidade de interpretação de informações (HANCOCK e McNAUGHTON, 1986).

A literatura apresenta uma possível relação em U invertido entre cognição e intensidade do exercício físico embasada na lei de Yerkes e Dodson (1908), ou seja, há uma intensidade ótima para realização de exercício visando à melhora cognitiva (CHMURA *et al.*, 1994). Porém essa relação é muito discutida, enquanto alguns autores encontram fatos que apoiam essa relação, outros entendem baseados em seus estudos que tal relação não existe (TOMPOROWSKI, 2003).

Portanto, acredita-se que em indivíduos jovens a ativação cognitiva seja modulada pela intensidade do exercício, uma vez que a literatura aponta para efeitos distintos baseado nessa variável. Assim, acredita-se que diferentes tipos de exercício físico podem modular o comportamento cognitivo em determinados aspectos, de acordo com a intensidade resultando em efeitos positivos ou deletérios.

2. MÉTODO

2.1 Abordagem da Pesquisa

A pesquisa é do tipo experimental, que Segundo Turato (2005) tem uma abordagem quantitativa, pois busca a explicação de comportamentos pela alta confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados.

2.2 Procedimentos éticos

Este estudo conta com a aprovação pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) sob o número 1727/07. Os voluntários receberam todas as informações sobre a participação no estudo, bem como a respeito das avaliações e seus possíveis riscos e desconfortos. Todos assinaram um termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

2.3 Descrição da Amostra

2.3.1 Critérios de Inclusão

- Relato de ser fisicamente ativo, somado a comprovação em teste para determinação do consumo de oxigênio;
- Sexo masculino;
- Idade entre 18 e 30 anos;
- Saudáveis, sem histórico de transtornos mentais ou doenças crônico-degenerativas.

2.3.2 Critérios de Exclusão

- Apresentar problemas de saúde (cardíacos e respiratórios conforme avaliação médica) ou outros, que possam influenciar nos resultados do estudo;
- Apresentar queixa ou diagnóstico de problemas cognitivos;
- Apresentar alterações no Eletrocardiograma (ECG) de repouso e de esforço e na avaliação clínica conduzida por um médico que impeça a realização de exercício físico;
- Ser fumante e/ou usar drogas de abuso;
- Fazer uso de qualquer medicamento que possa interferir nos resultados do estudo;

2.3.3. Sujeitos

Participaram deste estudo 7 voluntários, saudáveis, fisicamente ativos. Os voluntários foram submetidos a dois diferentes tipos de protocolos de exercício físico:

- 1) Teste de carga progressiva até a exaustão voluntária máxima;
- 2) Teste em carga retangular, na intensidade do Limiar Ventilatório-I (LV-1) por um período de 20 minutos.

Em cada situação experimental, os voluntários responderam a testes cognitivos e de humor nos momentos Basal (antes de iniciar o exercício físico) e Imediatamente após a realização de cada um dos protocolos de exercício. Com intuito de evitar possíveis interferências circadianas, os testes foram realizados no mesmo período do dia.

2.4 Protocolo Experimental

Antes de iniciar qualquer procedimento experimental, os voluntários foram submetidos a uma avaliação cardiológica composta por um eletrocardiograma (ECG) de repouso, a um Teste Ergométrico e a um Exame Clínico Cardiológico, para verificar a saúde cardiovascular. Esses exames foram conduzidos por um médico, e tendo atestada a condição de saúde, os voluntários foram incluídos no estudo. Todos procedimentos foram realizados no Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE) da UNIFESP, Rua Marselhesa, 500, 9º andar.

2.4.1 Análise dos parâmetros respiratórios

Durante a realização dos protocolos de exercício, foi realizado um Teste Ergoespirométrico (Teste Cardiopulmonar), que permitiu uma análise dos gases expirados e uma medida do consumo pico de oxigênio, além da determinação dos parâmetros ventilatórios. As variáveis respiratórias e metabólicas foram obtidas pelo método de mensuração das trocas gasosas respiratórias com um sistema metabólico (Quark, PFT – Pulmonary Function Testing – FRC & DLCO – 4ergo; Cosmed, Italy). Foi utilizada uma máscara facial Hans Rudolph® flow-by face mask (Kansas City, MO, EUA).

Durante todos os testes, a monitoração da frequência cardíaca foi realizada por meio de um cardiófrequencímetro (Polar®, modelo FS1, Kempele, Finland). A pressão arterial sanguínea foi

monitorada com o auxílio de um esfigmomanômetro (BIC, Brasil) e estetoscópio (Littman Classic II S.E. dos Estados Unidos). Os testes foram realizados em laboratório com climatização padronizada e no mesmo período do dia para evitar possíveis influências circadianas.

Os parâmetros ventilatórios determinados tanto no protocolo de carga progressiva quanto no de carga retangular foram similares. Sendo assim, determinadas as seguintes variáveis respiratórias: Consumo pico de oxigênio ($\dot{V}O_{2 \text{ pico}}$) apresentado em valores relativo e absoluto; Consumo de oxigênio na intensidade do limiar ventilatório I (LV-I) e do limiar ventilatório II (LV-II); frequência cardíaca máxima ($FC_{\text{Máx}}$); frequência cardíaca na intensidade do limiar ventilatório I ($FC_{\text{LV-I}}$) e na intensidade do limiar ventilatório II ($FC_{\text{LV-II}}$); e velocidade alcançada na intensidade do LV-I e LV-II. Para a determinação do consumo de oxigênio na intensidade do LV-I e LV-II, foram observados os critérios descritos por Wasserman *et al.*, (1973), Wasserman (1987) e Wasserman e Koike (1992), sendo concebida a exaustão voluntária máxima quando o voluntário não for mais capaz de sustentar o exercício por um período de 15 segundos, mesmo com estímulos verbais do avaliador.

2.4.2 Protocolo de exercício

Os testes foram realizados em um cicloergômetro de membro inferior e foram conduzidos em uma bicicleta modelo *Lode Excalibur Sport Ergometer* (925900 Groningen, Netherlands), o protocolo adotado para o teste progressivo foi o de incrementos de 35W a cada 2 minutos com uma carga inicial de aquecimento fixada em 70W. Durante todo o teste foi solicitado aos voluntários manterem o ritmo de 70 RPM de cadência (FOSS e HALLEN, 2005).

Para o protocolo de carga retangular, foi utilizado o mesmo equipamento, sendo o protocolo realizado por um período de 20 minutos na intensidade do LV-1, sendo esta intensidade obtida a partir do teste ergoespirométrico inicial.

Como estratégia paralela para avaliação da intensidade de esforço, foi utilizada a escala de percepção de esforço de BORG que varia de 6 a 20 (BORG, 1977; BORG 1982), sendo mais uma estratégia prática na avaliação da percepção de esforço.

2.4.3 Procedimentos Experimentais

Todo o protocolo experimental foi realizado a partir de 3 visitas ao laboratório do CEPE com intervalos de 7 dias entre elas. Na primeira visita, os voluntários foram submetidos a uma avaliação clínica e a um ECG de repouso e esforço. Após a liberação médica, os voluntários foram

incluídos na amostra e compareceram por mais duas visitas que foram realizadas no mesmo período do dia.

Durante a segunda visita, ao chegar ao Laboratório, a massa corporal total e a estatura dos participantes foi mensurada, e as medidas fisiológicas foram realizadas (Pressão Arterial Sanguínea, Temperatura Corporal, Coleta Sanguínea). Posteriormente os mesmos foram encaminhados a uma sala isolada com luminosidade adequada e agradável, sem barulho e sem distrações. A bateria de avaliação cognitiva e de humor foi iniciada obedecendo ao planejamento de uma ordem randomizada no intuito dos testes não interferirem uns nos outros. Nesse sentido, os testes foram aplicados na seguinte ordem: BRUMS, Digit Symbol, Digit Span, Blocos de Corsi, Trail Making Test parte A e B, Atenção Concentrada Toulouse-Pieron, Pares Verbais Associados, Recordação Livre de Palavras, Idate T e E, e por fim o SEES. Ao final da bateria de avaliação, os voluntários foram encaminhados para a sala de avaliação na qual o exercício físico foi realizado. Os testes cognitivos foram planejados de forma que o tempo de aplicação de cada um não interferisse no resultado do outro.

Após o término do protocolo de exercício, os voluntários permaneceram em repouso por dois minutos, período este em que a pressão arterial sanguínea, coleta de sangue e temperatura foram reavaliados. Ao término destes procedimentos, os voluntários foram encaminhados para a mesma sala onde os testes cognitivos e de humor foram aplicados novamente. A ordem de aplicação pós-exercício foi idêntica à ordem pré-exercício. Após encerrar, os voluntários foram instruídos a voltar em uma semana para o término do experimento. Na última visita, agora realizando o protocolo em carga retangular, o procedimento previamente descrito foi novamente adotado.

2.4.4 Descrição dos Testes Cognitivos

Atenção Concentrada – Toulouse-Pieron - é composto por uma folha de resposta, contendo 4 figuras-estímulo (não verbais) que servem de modelo para a busca em meio a outras figuras semelhantes dispostas de forma ordenada na folha (linhas), devendo o avaliado procurar as figuras-estímulo, seguindo o sentido de leitura e realizar os cancelamentos daquelas que forem idênticas às figuras-estímulo. Esse teste tem por objetivo verificar a atenção concentrada, a rapidez de reação e a exatidão ao executar uma tarefa simples, bem como a capacidade de discriminação e localização de figuras-estímulo (Centro de Estudos de Psicologia Aplicada – CEPA – Brasil, 2001).

Escala Wechsler de Memória – Revisada/WMS-R - (Wechsler Memory Scale-Revised) – Psychological Corporation, San Antonio Texas) foram utilizados dois sub-testes, o Digit

Span (números) e os Blocos de Corsi. Esses testes avaliam a memória remota, memória imediata, automatismo mental, e função visuo-espacial (SPREEN e STRAUSS, 1991; LEZAK, 1995).

Trail Making Test – O Trail Making Test parte A e B é considerado específico para alterações em lobo frontal e tem como objetivos avaliar a velocidade motora e atenção visual. É um teste de habilidade cognitiva simples, de lápis e papel. Consiste em ligar círculos numerados o mais rápido possível, com um lápis, sem tirá-lo do papel. A primeira folha tem números crescentes; a segunda, números e letras alternados. O tempo é cronometrado e comparado posteriormente, tem como objetivos avaliar a velocidade motora e atenção visual (SPREEN e STRAUSS, 1991). Tempo aproximado de aplicação é de 5 minutos.

Pares Verbais Associados - (WMS- Wechsler Memory Scale). Este teste consiste em uma lista de 8 pares, onde é requerido do avaliado que aprenda 4 pares de palavras com relação semântica, considerada como “fácil” (por exemplo, rosa-flor) e 4 pares de palavras sem relação semântica considerada como “difícil” (por exemplo, papagaio- tatuagem). O teste é aplicado em 3 tentativas, e uma recordação tardia (recuperação tardia). Este teste permite avaliar a capacidade de aquisição de memória, incluindo a também medida de aprendizagem, bem como memória e reconhecimento de longo prazo, sendo assim sensível a diferentes aspectos do funcionamento mnemônico (WECHSLER, 1945, 1987).

Teste de Recordação Livre de Palavras - Este teste avalia a memória declarativa episódica e promove evidências do funcionamento da memória de curto e longo prazo sem participação do executivo central, relacionando a capacidade de integração de informações. Neste teste, 12 listas numeradas de 1 a 12 contendo 15 palavras em português (dissilábicas e trissilábicas) foram apresentadas. Para as listas Pares, nas posições 7, 8, e 9 contem palavras semanticamente relacionadas (fogo, bombeiro). As palavras foram apresentadas uma a uma, devagar, e após a apresentação de cada lista, o avaliado respondeu o maior número de palavras recordadas possível, verbalmente e em qualquer ordem. Não houve tempo limite para a realização deste teste. Após a recordação, uma nova lista de palavras foi apresentada, totalizando as 12 listas. No presente estudo, 6 listas foram apresentadas antes da realização dos protocolos (Teste máximo e Carga Retangular) e 6 listas diferentes foram apresentadas após o término dos protocolos.

É importante destacar que a ordem de apresentação dos estímulos interfere na recordação das palavras, causando um aumento ou diminuição da probabilidade de recordar de acordo com a posição da palavra na lista apresentada. Desta forma, é possível criar uma curva de posição serial na forma de “U”, onde seus dois extremos representam o efeito de primazia e de

recência, representando a memória de curto prazo respectivamente. As palavras na porção média da curva refletem a memória de longo prazo. O uso de palavras semanticamente relacionadas na porção média das listas Pares, muda a configuração da curva de posição serial, aumentando a possibilidade de recordação (pista), assim, para essas listas, a curva assume a forma de “W” (SANTOS-GALDURÓZ *et al.*, 2009).

Digit Symbol- este teste avalia a atenção sustentada, velocidade de resposta e coordenação visuo-espacial. Neste teste vários símbolos são correspondentes a números organizados em ordem crescente de 1 a 9, e o avaliado deve substituir, o mais rápido possível, os números em uma sequência pelos respectivos símbolos por um tempo máximo de 90 segundos. O desempenho é avaliado pelo número de erros e acertos (WECHSLER, 1987).

2.4.5 Descrição dos Testes de Humor

Escala de Humor de Brunel (BRUMS) - Esta escala foi desenvolvida para medir rapidamente o estado de humor (TERRY *et al.*, 2003), foi adaptada do “*Profile of Mood States* (POMS) (McNAIR *et al.*, 1971), validada para língua portuguesa (ROHLFS *et al.*, 2008). Consiste em uma lista com 24 adjetivos relacionados ao estado de humor, onde o avaliado deve anotar como se sente em relação a cada adjetivo, conforme as instruções considerando uma escala tipo Likert de 0 a 4. Sete fatores de humor ou estados afetivos: tensão (*tension*), depressão (*depression*), raiva (*anger*), vigor (*vigor*), fadiga (*fatigue*), confusão (*confusion*) e Distúrbio Total de Humor (*total mood disturbance*). É esperado nesse teste que os valores encontrados para a dimensão vigor sejam maiores que os valores apresentados nas outras dimensões, o que denotaria um perfil de humor em forma de “*Iceberg*”.

Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) – Inventário de Ansiedade Traço-Estado (*State-trait anxiety inventory* - STAI) de (SPIELBERGER *et al.*, 1970; BIAGGIO e NATALÍCIO, 1979; ANDREATINI e SEABRA, 1993), autoavaliativo, proposto para medir ansiedade. É composto por duas partes com 20 afirmações com cada item variando de 1 a 4. Uma parte avalia Ansiedade Traço (referindo-se a aspectos de personalidade, ou seja, como o indivíduo geralmente se sente) e outra parte avalia Ansiedade-Estado (referindo-se a aspectos sistêmicos do contexto, ou seja, como o indivíduo se sente no momento). O escore de cada parte varia de 20 a 80 pontos, indicando baixo (0-30), médio (31-49) ou alto (maior que 50) grau de ansiedade. Neste estudo, a parte referente a ansiedade Traço será aplicada em um único momento, por se tratar do

traço de personalidade do voluntário. Já a parte referente a ansiedade Estado será aplicada de acordo com os momentos previamente descritos.

Escala Subjetiva de Experiência em Exercício (SEES) – A Escala Subjetiva de Experiência em Exercício (*Subjective Exercise Experiences Scale – SEES*) é um instrumento utilizado para observar respostas afetivas induzidas pelo exercício físico. Trata-se de uma escala tridimensional, que avalia as seguintes dimensões: (a) bem-estar positivo; (b) distresse psicológico e (c) fadiga. A principal questão é: “Como você se sente agora?”, a escala é composta por 12 itens graduados em uma escala tipo Likert que varia de 1 a 7, onde 1 significa nenhum pouco e 7 significa muitíssimo (LOX e RUDOLPH, 1994; McAULEY e COURNEYA, 1994).

2.4.6 Descrição das Coletas de Sangue

Nesse estudo foram realizadas dosagens das concentrações de lactato e glicose sanguínea. Para estas dosagens, foi utilizado amostras retiradas do lóbulo da orelha, referente às amostras de sangue arterializado (25 µL). O sangue foi imediatamente transferido para microtúbulos de polietileno com tampa - tipo Eppendorff - de 1,5 ml, contendo 50 µl de solução de Fluoreto de Sódio (NaF) a 1%. As amostras foram congeladas em freezer a uma temperatura de -20° Celsius até a análise fosse realizada por um analisador eletroquímico (YSI STAT 2300, Yellow Springs, Ohio, USA). Para o Teste Máximo, os seguintes momentos foram avaliados: basal e imediatamente após o término do exercício. Para o protocolo de Carga Retangular, os momentos avaliados foram: basal, 4, 11 e 16 minutos em exercício, imediatamente após e 10 minutos após o término do exercício.

2.4.7 Descrição da Medida de Temperatura Corporal:

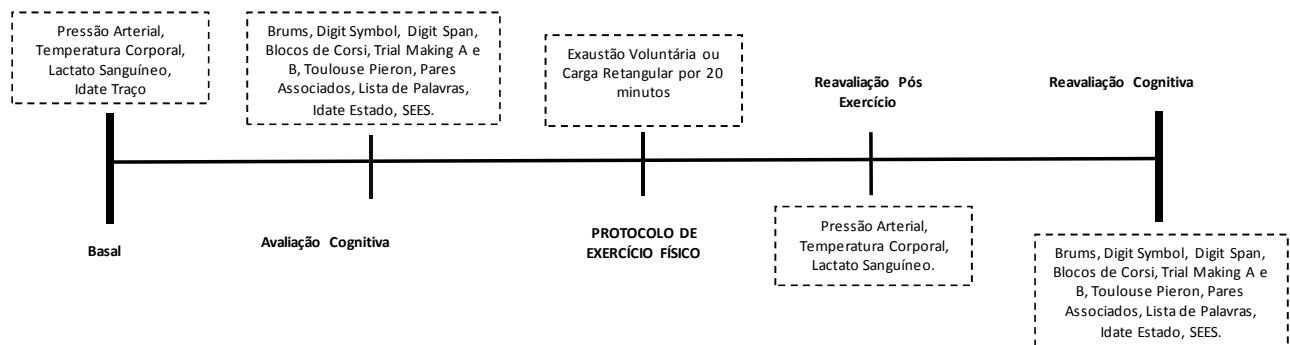
A temperatura corporal foi aferida por meio de um termômetro digital (Temporal Artery Thermoter, modelo Exergen, Temporal ScannerTM2000C Home Model, USA), que foi posicionado no lobo frontal do voluntário. Trata-se de um método simples, rápido e não invasivo de medida da temperatura corporal. As coletas foram realizadas nos seguintes momentos: basal e imediatamente após, para o protocolo Teste Máximo, e Basal, 4, 11 e 16 minutos em exercício, imediatamente após e 10 minutos após o término do exercício, para o protocolo em Carga Retangular.

2.4.8 Descrição da Medida de Pressão Arterial:

A pressão arterial (PA) foi medida por meio do método auscultatório, pois trata-se de um método não invasivo e comumente utilizado. A medida ocorre através da oclusão arterial pela

inflação do manguito do esfigmomanômetro, correlacionando a ausculta dos batimentos cardíacos através do estetoscópio com o valor registrado na coluna de mercúrio ou pelo ponteiro (POLITO e FARINATTI, 2003). Durante as coletas foram utilizados, um esfigmomanômetro (BIC, Brasil) e um estetoscópio (Littman Classic II S.E. dos Estados Unidos). A aferição da PA foi realizada nos seguintes momentos: basal e imediatamente após, para o protocolo Teste Máximo; basal, 10 minutos em exercício e imediatamente após, para o protocolo em Carga Retangular.

2.4.9 Linha do Tempo- Desenho Experimental



2.5 Análise Estatística

Os dados foram analisados utilizando Anova para medidas repetidas com post-hoc de Duncan, e Teste T para medidas independentes quando necessário. O nível de significância considerado foi de $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Statistica® versão 12.0 (LANDAU, EVERITT, 2004; FIELD, 2005; MORGAN, 2005).

3. RESULTADOS

Na tabela 1 apresentamos os dados iniciais da amostra. Podemos perceber que se trata de indivíduos jovens, saudáveis, eutróficos de acordo com o Índice de Massa Corporal.

Tabela 1- Dados Iniciais da Amostra

Variáveis	Média± Desvio- padrão
Idade (anos)	22,86 ± 1,86
Massa Corporal Total (kg)	72,09 ± 7,64
Estatuta (m)	1,76 ± 0,04
IMC (kg/m ²)	23,25 ± 2,46

Legenda: IMC- índice de massa corporal.

Na tabela 2 apresentamos os resultados do teste ergoespirométrico realizado até a exaustão voluntária máxima. Na primeira variável apresentada, VO₂ pico que é um índice de aptidão cardiorrespiratória e performance, podemos observar que os valores encontrados classificam os voluntários como boa ou excelente aptidão física, segundo classificação da American Heart Association (>53 Excelente). A variável LV1 revela o consumo de oxigênio no limiar ventilatório 1, que é o momento fisiológico onde ocorre a transição do predomínio do metabolismo de aeróbio para anaeróbio, indicando a capacidade aeróbia dos sujeitos. Nos dados encontrados, podemos observar que os valores do LV1 dos voluntários, estão na faixa de 50 a 60% de sua capacidade máxima encontrada no teste, indicando uma boa condição aeróbia entre os sujeitos. A variável LV2 demonstra o consumo de oxigênio durante o limiar ventilatório 2, momento este também denominando de ponto de compensação respiratória (PCR), nesse ponto são observados aumentos relevantes da ventilação (VE) como forma de adaptação na tentativa de contrabalancear o intenso estresse metabólico gerado pelo exercício físico, os valores encontrados nos testes apontam para uma boa condição anaeróbia, visto que se encontram na faixa de 70 a 90% da potência aeróbia. As variáveis referentes a frequência cardíaca - FCmáx, FC LV1 e FC LV2 - demonstram seu comportamento, no valor máximo encontrado e durante os limiares ventilatórios 1 e 2, respectivamente, os resultados encontrados são coerentes de acordo com a idade e aptidão física dos indivíduos. Por fim, as últimas variáveis apresentadas evidenciam os valores achados para Carga em Watts, no máximo encontrado e durante os limiares ventilatórios 1 e 2, respectivamente. Tais valores seguem a mesma adequação das variáveis anteriores, visto que foram avaliados apenas indivíduos jovens, saudáveis e fisicamente ativos.

Tabela 2- Dados Ergoespirométricos observados no Teste Máximo

Variáveis	Média± Desvio-padrão
VO ₂ pico (ml.kg.min ⁻¹)	57,50 ± 5,28
VO ₂ pico (L. min ⁻¹)	4,15 ± 0,76
LV1 (ml.kg.min ⁻¹)	35,05 ± 6,58
LV1 (L. min ⁻¹)	2,52 ± 0,59
LV2 (ml.kg.min ⁻¹)	44,74 ± 7,07
LV2 (L. min ⁻¹)	3,23 ± 0,69
FCmáx (bpm)	184,43 ± 6,68
FC LV1 (bpm)	142,71 ± 14,85
FC LV2 (bpm)	169,00 ± 10,92
VE _{máx} (l/min)	153,74 ± 31,27
Carga máxima (Watts)	305,00 ± 2,46
Carga LV1 (Watts)	180,00 ± 37,42
Carga LV2 (Watts)	245,00 ± 35,00

Legenda: VO₂- Consumo de Oxigênio; LV1- Limiar Ventilatório 1; LV2- Limiar Ventilatório 2; FC – Frequência Cardíaca; VE- Ventilação; bpm-batimentos por minuto

Na tabela 3 apresentamos os dados referente a ergoespirometria conduzida no teste de carga retangular. Podemos observar que o comportamento das variáveis, média do consumo de oxigênio no limiar ventilatório 1 e média da frequência cardíaca durante a carga retangular de 20 minutos, foram similares aos observados durante o teste máximo em carga progressiva para as mesmas variáveis

Tabela 3- Dados Ergoespirométricos observados no Teste de Carga Retangular

Variáveis	Média± Desvio-padrão
Média VO ₂ LV1 (ml.kg.min ⁻¹)	35,11±7,14
Média VO ₂ LV1 (L. min ⁻¹)	2,38±0,43
FC média (bpm)	138,71±10,64
Carga (Watts)	180,00±37,42

Legenda: VO₂- Consumo de Oxigênio; LV1- Limiar Ventilatório 1; FC – Frequência Cardíaca; bpm- batimentos por minuto.

A tabela 4 apresenta os resultados referentes ao perfil de humor avaliado nas duas condições experimentais, Teste Máximo (TM) e Carga Retangular (CR) respectivamente. Podemos observar que as dimensões, referentes ao teste da Escala de Humor de Brunel (BRUMS), “Vigor” e “Fadiga” apresentaram valores estatisticamente significantes, onde na primeira houve uma diminuição da sensação de vigor imediatamente após os dois protocolos, sem diferenças entre eles. Já na segunda, ocorreu um aumento relevante da sensação de fadiga imediatamente após as duas condições experimentais, sendo que os escores apresentados imediatamente após o TM foram maiores quando comparados ao teste em CR no momento imediatamente após o exercício, demonstrando a grande influência da intensidade do exercício sobre essa dimensão. Entretanto, “Tensão-Ansiedade”, “Depressão”, “Raiva-Hostilidade” e “Confusão Mental”, não apresentaram diferenças estatísticas

entre os momentos Basal e Imediatamente após e tampouco entre os dois protocolos de exercício físico. No SEES, a dimensão “Bem-estar Positivo” apresentou uma diminuição imediatamente após o TM, e dimensão “Fadiga” revelou um aumento significativo imediatamente após os dois tipos de exercício físico, reforçando os achados no teste BRUMS. O teste Idate Estado, não exibiu diferenças estatísticas em nenhum momento avaliado.

Tabela 4- Perfil de Humor

Variáveis		Teste Máximo		Carga Retangular	
		Basal	Imediat. Após	Basal	Imediat. Após
BRUMS	Tensão- Ansiedade	1,00 ± 1,83	0,57 ± 0,79	1,14 ± 2,19	1,57 ± 1,72
	Depressão	0,71 ± 1,11	0,71 ± 1,50	0,71 ± 1,50	1,00 ± 1,15
	Raiva- Hostilidade	0,71 ± 1,25	0,57 ± 1,13	1,29 ± 1,38	0
	Vigor	10,29 ± 1,89	7,29 ± 3,04*	9,86 ± 1,77	7,71 ± 3,15*
	Fadiga	2,14 ± 1,35	8,00 ± 2,65*	2,14 ± 1,46	5,29 ± 3,15*#
	Confusão Mental	0,71 ± 1,50	1,14 ± 1,35	0,71 ± 1,11	1,14 ± 1,35
SEES	Bem-estar Positivo	16,57 ± 2,30	14,57 ± 4,12*	16,43 ± 3,05	16,43 ± 2,82
	Distresse Psicológico	5,29 ± 1,80	6,57 ± 3,41	5,57 ± 1,72	5,14 ± 2,61
	Fadiga	6,57 ± 1,62	14,57 ± 6,40*	6,86 ± 3,39	12,29 ± 7,18*
Idate Estado		31,57 ± 5,97	31 ± 6,95	32,29 ± 8,06	30,86 ± 7,56

Anova para medidas repetidas com post-hoc Duncan Test, $p < 0,05$. *Diferença Intra- Grupos em relação ao momento Basal; # Diferença Inter-Grupo no mesmo momento. Legenda: Imediat. Após- Imediatamente Após.

Na tabela 5 apresentamos o comportamento das variáveis cognitivas nos momentos, Basal e Imediatamente após, em ambas situações experimentais, Teste Máximo e Carga Retangular. A comparação entre os grupos demonstrou diferença na variável “Rapidez”, que indica a quantidade de identificações das figuras-estímulos no teste de atenção concentrada Toulouse-Pieron, em ambos momentos, evidenciando o efeito benéfico na atenção após a realização dos dois protocolos de exercício; a variável “Qualidade” que representa o número de erros e omissões, não apresentou diferenças significativas. No teste Digit Symbol, que avalia a concentração e velocidade motora e mental, somente podemos observar um aumento significativo no número de acertos imediatamente após a realização do TM; as outras variáveis (tempo, erros e omissões) não apresentaram diferenças significativas. O teste Digit Span, que mede a memória remota e imediata, não apresentou diferenças estatísticas em nenhuma das variáveis apresentadas. O teste Trail Making, que avalia a velocidade motora e atenção visual, na parte B revelou uma diminuição do tempo para execução, porém os valores referentes a parte A não apresentou diferenças, após ambos protocolos, sendo que o momento Basal da CR também apresentou diferença no tempo com relação ao mesmo momento no TM. O teste Blocos de Corsi, que indica o comportamento da memória remota, automatismo mental e função visuo-espacial, não apresentou diferenças estatísticas em nenhuma das situações.

Tabela 5- Variáveis Cognitivas

Variáveis		Teste Máximo		Carga Retangular	
		Basal	Imediat. Após	Basal	Imediat. Após
Toulouse	Rapidez	181,86± 14,99	215,57± 0,49*	201,57±25,21#	219,00± 7,85*
Pieron	Qualidade	9,86± 10,82	6,29± 6,99	7,29± 6,70	5,00± 4,76
Digit Symbol	Tempo (seg.)	98,57± 22,68	97,14± 18,90	90,00± 0	90,00± 0
	Acertos (n°)	64,86± 11,98	73,71± 11,81*	63,29± 6,82	70,86± 11,55
	Erros (n°)	0,14± 0,38	0,29± 0,49	0,14± 0,38	0
	Omissões (n°)	0	0	0	1,14± 3,02
Digit Span	Ordem Direta	6,71 ± 0,76	6,43± 0,79	6,57± 0,98	7,00± 1,15
	Ordem Inversa	5,00± 1,00	5,00± 1,41	5,71± 1,25	5,57± 0,79
T M Parte A	Tempo (seg.)	18,57± 3,64	16,71± 4,72	15,71± 1,98	16,71± 5,85
	Acertos (n°)	25,00± 0	24,86± 0,38	24,71± 0,49	24,86± 0,38
	Erros (n°)	0	0,14± 0,38	0,29± 0,49	0,14± 0,38
T M Parte B	Tempo (seg.)	50,43± 18,28	35,00± 8,98*	35,86± 8,78#	28,00± 6,00*
	Acertos (n°)	24,71± 0,49	24,71± 0,49	24,71± 0,49	24,86± 0,38
	Erros (n°)	0,29± 0,49	0,29± 0,49	0,29± 0,49	0,14± 0,38
Blocos de Corsi	Ordem Direta	6,71± 0,95	6,86± 1,46	6,57± 1,27	6,86± 1,07
	Ordem Inversa	6,29± 0,95	6,00± 1,15	6,43± 0,98	6,29± 1,11

Anova para medidas repetidas com post-hoc Duncan Test, $p < 0,05$. *Diferença Intra- Grupo em relação ao momento Basal; # Diferença Inter-Grupo no mesmo momento. Legenda: Imediat. Após- Imediatamente após. Legenda: T M Parte A- Trial Making parte A; T M Parte B- Trial Making parte B.

Na tabela 6 apresentamos os resultados do teste de Pares Verbais Associados, que avalia a capacidade de aquisição, medida de aprendizagem e memória de longo prazo, a comparação entre os grupos não demonstrou diferenças significativas em nenhuma das tentativas analisadas e na recuperação tardia.

Tabela 6- Pares Associados

Variáveis		Teste Máximo	Carga Retangular
Tentativa 1	Fácil	3,57± 0,53	3,71± 0,49
	Difícil	1,71± 0,76	2,71± 1,11
Tentativa 2	Fácil	4,00± 0	4,00± 0
	Difícil	3,29± 0,49	3,43± 0,79
Tentativa 3	Fácil	4,00± 0	4,00± 0
	Difícil	3,71± 0,76	3,86± 0,38
Recuperação Tardia	Fácil	4,00± 0	4,00± 0
	Difícil	3,29± 0,49	3,71± 0,49

Não foram encontradas diferenças significativas.

A tabela 7 apresenta o comportamento das variáveis fisiológicas ao longo das duas condições experimentais, TM e CR. Na primeira variável apresentada “Glicose”, que indica a concentração de glicose sanguínea circulante no momento, não foram encontradas diferenças significativas em nenhuma das situações analisadas. Com relação a concentração de lactato circulante no sangue, podemos observar que em ambas as situações foram achadas diferenças

relevantes em todos os momentos, durante e após a realização do exercício físico, sendo que na CR os momentos “16 min.” e “Imediatamente Após” houve um aumento considerável da concentração de lactato relacionado ao momento “4 min. em exercício”; o TM apresentou aumento imediatamente após. A PA apresentou diferenças significativas para o teste em CR comparado ao TM, nos momentos basal e imediatamente após, expressando um menor aumento da Pressão Sistólica em intensidades moderadas. A temperatura corporal não apresentou diferenças significativas em nenhum momento de ambas situações.

Tabela 7 – Comportamento das Variáveis Fisiológicas

Variáveis		Teste Máximo	Carga Retangular
Glicose (mmol.L)	Basal	82,44±7,39	72,83±8,29
	4 min. em Exercício	-----	69,98±13,05
	11 min. em exercício	-----	55,73±11,82
	16 min. em exercício	-----	58,13± 14,65
	Imediatamente Após	79,86± 21,47	62,98± 13,05
	10 min. Após	-----	72,08± 26,33
Lactato (mmol.L)	Basal	0,83± 0,11	0,78± 0,09
	4 min. em Exercício	-----	3,09± 1,38#
	11 min. em exercício	-----	5,05± 2,40#
	16 min. em exercício	-----	5,84± 2,91#
	Imediatamente Após	8,84± 2,32#	6,16± 2,02#
	10 min. Após	-----	4,58± 3,70#
Pressão Arterial	Basal	Sistólica 115,71±5,35	110,00±0*
		Diastólica 70,00±0	70,00± 5,77
	Pico (10' em exercício)	Sistólica -----	141,43± 13,45
		Diastólica -----	71,43± 3,78
	Imediatamente Após	Sistólica 152,14± 19,12	132,86± 11,13*
		Diastólica 71,43± 3,78	71,43± 3,78
Temperatura (°C)	Basal	36,53± 0,21	36,34± 0,32
	4 min. em Exercício	-----	36,40± 0,29
	11 min. em exercício	-----	36,33± 0,44
	16 min. em exercício	-----	36,50± 0,24
	Imediatamente Após	36,38± 0,28	36,27± 0,35
	10 min. após o termino do Exercício	-----	36,52± 0,37

*Teste T para amostras Independentes, $p<0,05$; Anova para medidas repetidas, com post hoc de Duncan, $p<0,05$. # Diferente do Basal.‡ Diferente de 4min.

Na figura 1 estão representadas as curvas de posição serial do Teste de Recordação Livre de Palavras, sendo que a linha sólida é referente ao TM e a linha tracejada a CR. Este teste avalia a memória declarativa, memória de curto e longo prazo, e a capacidade de integração de informações.

Os gráficos A e B expressam a recordação das listas de palavras ímpares - que não possuíam relação semântica – antes e depois da realização do exercício físico (EF), respectivamente. Podemos observar que ambas situações apresentam o efeito de primazia (primeiras palavras da lista) e recência (últimas palavras da lista), representando a memória de curto prazo. O

diagrama B (depois) demonstrou diferença estatística apenas na posição 8 após a CR, quando comparado com o diagrama A (antes), evidenciando uma melhor eficiência do EF moderado para este teste. Os gráficos C (antes) e D (depois) nos permitem identificar o padrão de recordação das listas de palavras pares, que possuem em sua porção média palavras com relação semântica entre si, oferecendo “pistas” para o sujeito avaliado. Ambos gráficos nos mostram o padrão em “W” adotado pelas curvas, devido a este formato do teste, onde as palavras semanticamente relacionadas possuem maior probabilidade de recordação. O gráfico D exibiu diferenças significativas na posição 5 do TM e na posição 10 da CR, reforçando o efeito positivo do exercício para os aspectos da memória avaliados nesse teste.

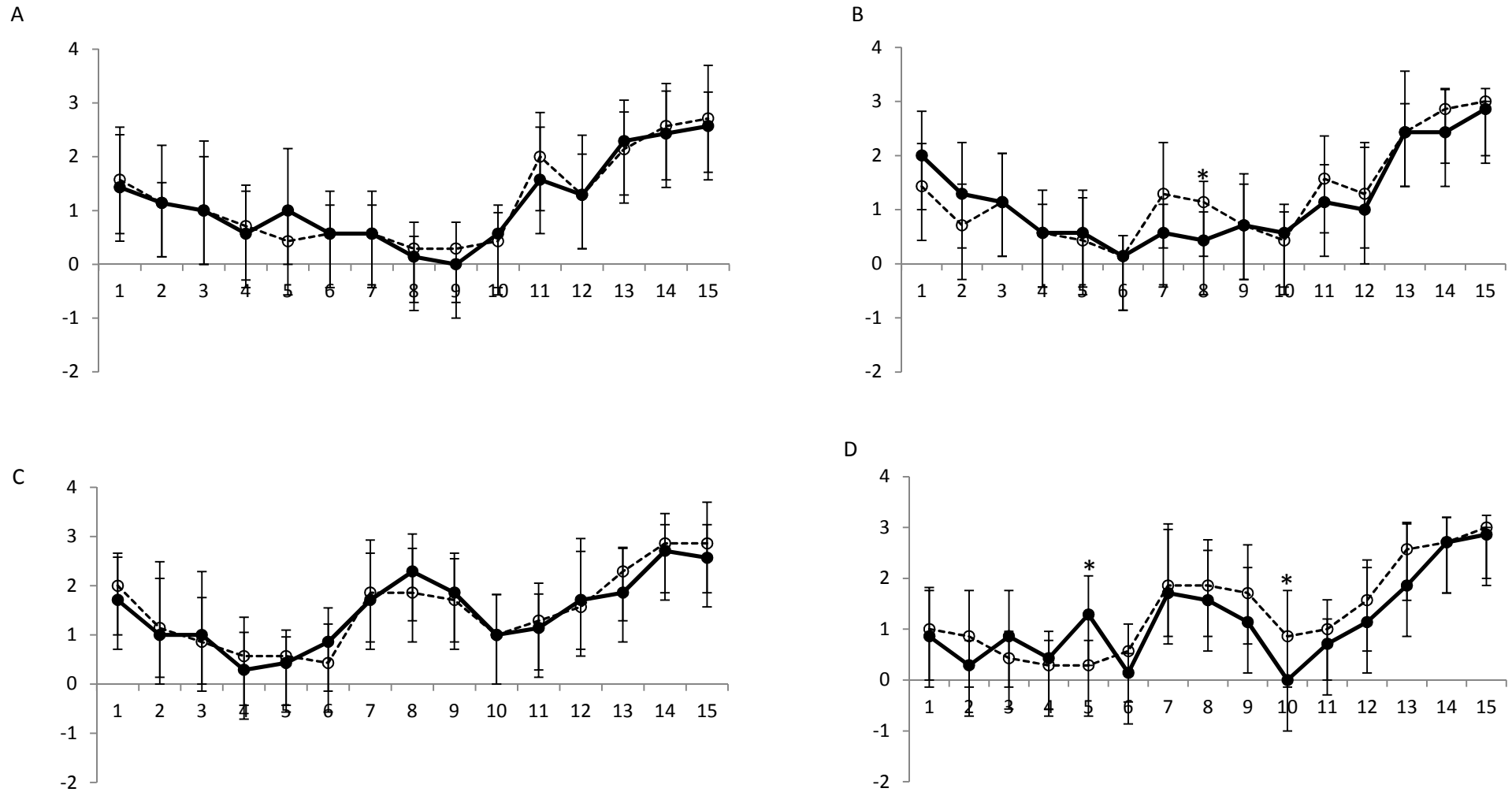


Figura 1- Curva de Posição Serial do Teste de Recordação Livre de Palavras. (A) Lista de Palavras Ímpares apresentadas antes da realização do exercício físico; (B) Lista de Palavras Ímpares apresentadas depois da realização do exercício físico; (C) Lista de Palavras Pares apresentadas antes da realização do exercício físico; (D) Lista de Palavras Pares apresentadas depois da realização do exercício físico. Teste Máximo = linha contínua e círculo sólido; Carga Retangular= linha Tracejada e círculo aberto. Os escores são apresentados em cada posição em média \pm desvio-padrão. $P < 0,05$ comparado ao Teste Máximo (Teste T para amostras independentes).

4. DISCUSSÃO

Muitas práticas corporais e atividades de vida diária (AVD) podem requerer, além de uma demanda física, tarefas que solicitem funções cognitivas, como decisão e/ou percepção do sujeito (BRISSWALTER *et al.*, 2002). A ativação do sistema simpático gerada pelo exercício provoca uma série de reações que influenciam direta e indiretamente as funções cognitivas, como aumentar o fluxo sanguíneo cerebral e, consequentemente, de oxigênio e outros substratos energéticos, proporcionando assim a melhora da função cognitiva, e ainda a liberação de catecolaminas. As catecolaminas são neurotransmissores que exercem papel importantíssimo na modulação do metabolismo, agindo desde a utilização dos substratos energéticos até a regulação das respostas cardiorrespiratórias durante o exercício (McMORRIS *et al.*, 2011). Esse aumento da atividade de algumas regiões do cérebro induzida pelo exercício, participa dos processos de atenção, aprendizagem e memória, e apesar de não ser abordado por este estudo, o exercício físico também possui influência a nível molecular, onde são expressadas neurotrofinas, como o BDNF (fator neurotrófico derivado do cérebro) e fatores de crescimento, como IGF-1. Essas neurotrofinas e fatores de crescimento ocasionam um ambiente celular favorável, modificando processos de neuroplasticidade, neurogênese e angiogênese. Tais alterações promovem um meio propício para o bom funcionamento do cérebro, sugerindo que a atividade física possui um importante papel para prevenção e reversão do declínio cognitivo. Em indivíduos cognitivamente saudáveis foram observadas melhorias na memória (remota e visuo-espacial), processamento de informações (organização e processamento auditivo) e função executiva (fluência verbal) após um programa de atividade física (KIMURA *et al.*, 2010; VAN UFFELEN *et al.*, 2008; KRAMER *et al.*, 2008).

Em seus estudos Ratey e Loehr (2011) concluem que os humanos foram projetados para se mover, e que o movimento interfere no declínio cognitivo através de múltiplos mecanismos neurais que contribuem para uma melhora da função cerebral. Nas últimas décadas muitas pesquisas vem sendo realizadas com o intuito de compreender a influência do exercício físico agudo nos processos cognitivos, fazendo uso das mais variadas tarefas cognitivas (BRISSWALTER *et al.*, 2002).

O presente estudo comparou o desempenho cognitivo e as alterações no humor de jovens fisicamente ativos, entre dois protocolos distintos: um em carga progressiva até exaustão voluntária máxima e outro em carga contínua (retangular) na intensidade do limiar ventilatório 1, durante 20 minutos. Segundo Brisswalter *et al.* (2002), 20 minutos de exercício físico foi suficiente para gerar benefícios cognitivos. Estudos anteriores encontraram um aumento da performance cognitiva após 10-30 minutos de intensa atividade física aguda, essas evidências sugerem que o aumento de catecolaminas circulante induzida pelo exercício pode mediar esta melhora cognitiva a curto prazo

(HOPKINS, 2012). De acordo com os dados da ergoespirometria inicial, os indivíduos que realizaram nossos testes possuem boa/excelente aptidão física, com valores similares ou melhores do que os grupos considerados com “boa aptidão” estudados por Labelle *et al.* (2013); Davranche e McMorris (2009). Durante o teste em carga retangular, a ergoespirometria também foi realizada, e os valores se mantiveram estáveis no decorrer do teste, demonstrando o caráter de esforço moderado para o organismo neste tipo de exercício.

Os resultados referentes ao humor, analisados no teste BRUMS, foram diferentes significativamente apenas nas dimensões “Vigor” e “Fadiga”, onde após ambos os protocolos os indivíduos apresentaram uma diminuição da sensação de vigor e aumento na sensação de fadiga, sendo que o teste máximo causou maior sensação de fadiga do que o teste em carga retangular. Os resultados observados no teste SEES, apresentaram comportamento semelhante, pois houve aumento na sensação de fadiga após ambos protocolos, e ainda uma diminuição na sensação de bem-estar positivo após o teste máximo. Segundo Hopkins *et al.* (2012), há diversas razões porque o exercício agudo aumenta a percepção de estresse, já que momentaneamente ocorre uma quebra da homeostase gerando um desgaste fisiológico frente a demanda do exercício, com importante influência da intensidade em que este exercício é praticado.

Em relação às funções cognitivas, os dados demonstraram que houve um aumento na identificação de figuras-estímulo após ambos protocolos, indicando um efeito positivo do exercício sobre a atenção concentrada visual e rapidez de reação. Corroborando com os achados na literatura, onde apenas uma sessão de exercício foi capaz de modificar esses aspectos, provavelmente devido aos efeitos fisiológicos agudos que ocorrem durante o exercício, como o aumento na liberação de catecolaminas (LABELLE *et al.*, 2013; ANDO *et al.*, 2010; DAVRANCHE e McMORRIS, 2009). Os escores apresentados relativos ao teste Digit Symbol, que mede a capacidade do sujeito sustentar sua atenção, a velocidade de resposta, revelaram-se maiores após o teste máximo quando comparado com o teste em carga retangular. Este achado parece estar em linha com a ideia levantada por Tomporowski (2003), a qual diz que possivelmente as altas intensidades atuem de forma seletiva na cognição, podendo facilitar alguns aspectos, e isto ainda pode estar relacionado ao nível de aptidão física dos indivíduos. Sabendo que em nosso estudo foram analisados sujeitos fisicamente ativos, o exercício intenso, portanto foi capaz de melhorar os aspectos da cognição mensurados neste teste. No teste específico para alterações nos lobos frontais (Trail Making Parte B), que mede a velocidade motora e atenção visual, houve uma diminuição significativa no tempo de execução da tarefa, a diferença foi observada em ambas condições experimentais, porém mesmo não apresentando diferença estatística os valores encontrados após a carga retangular tiveram uma ligeira tendência a serem mais baixos que os observados após o teste máximo. Todavia, os resultados apresentados neste estudo não compactuam com os achados de Labelle *et al.* (2013), que

confirmam a hipótese de McMorris (2009), a qual diz que durante o exercício físico intenso os processos cognitivos confiados aos lobos frontais (planejamento e execução de atividades complexas) podem ser interrompidos, e mais pronunciado em níveis muito intensos de exercício físico. Quando comparados os momentos basais, no mesmo teste, o tempo de execução da tarefa mostrou-se menor no teste de carga retangular, indicando uma possível aprendizagem com relação ao primeiro contato durante o teste máximo. Entretanto, os dois protocolos de exercício físico do presente estudo não foram capazes de produzir mudanças significativas no teste exclusivo para medida de aprendizagem.

O teste que avalia a memória declarativa episódica e promove evidências do funcionamento da memória de curto e longo prazo sem participação do executivo central, relacionando a capacidade de integração de informações. Quando analisadas as curvas correspondentes as listas de palavras sem relação semântica, foi seguido o padrão de comportamento esperado, apresentando uma curva em formato de “U”, onde a maioria das palavras recordadas encontra-se no início e no final, essa característica deve-se aos efeitos de primazia e recência, respectivamente (MURDOCK, 1962). Após a realização do exercício, apenas a carga retangular demonstrou maior eficiência para recordação de palavras fora dos efeitos de recência e primazia, evidenciando um efeito benéfico sobre a memória de longo prazo. Alguns estudos sugerem que a velocidade no processamento de informações foi facilitada a partir do repouso até o limiar de lactato (LV1), mas não mudou quando a intensidade foi próxima as máximas capacidades (McMORRIS e GRAYDON, 2000). As curvas referentes as listas de palavras com relação semântica, ou seja, aquelas que ofereciam “pistas” aos avaliados, também apresentaram o padrão em “W” revelado pela literatura (SANTOS-GALDURÓZ *et al.*, 2009). Imediatamente após ambas condições experimentais, foi possível observar um efeito positivo do exercício para recordação de palavras além do padrão esperado. Estes dados vão de encontro com a ideia proposta por Coles e Tomporowski (2008) que a excitação provocada pelo exercício físico pode influenciar a codificação da informação na memória de trabalho.

Nos dados referentes ao comportamento das variáveis fisiológicas, buscamos identificar o nível de excitação e as mudanças fisiológicas provocadas pelo exercício físico com o intuito de identificar possíveis relações com o desempenho cognitivo. A concentração de lactato circulante na corrente sanguínea apresentou diferenças imediatamente após a realização do TM e no teste em carga retangular, onde passado somente 4 minutos do início do exercício foi encontrado aumento significativo em relação aos valores basais, esta diferença manteve-se até a coleta realizada 10 minutos depois de cessado o exercício. Todavia, as coletas de sangue realizadas com 16 minutos de exercício e imediatamente após demonstraram valores estatisticamente diferentes dos encontrados em 4 minutos de exercício, indicando que aproximadamente do meio para o final do teste os valores apresentaram uma tendência para prosseguir aumentando, expressando que, além da intensidade, há

uma influência do tempo de execução em relação à eficiência dos mecanismos compensatórios para o acúmulo do lactato. Segundo Brisswalter *et al.* (2002), o acréscimo na taxa metabólica associado com a duração do exercício induz um aumento no nível de excitação que iria melhorar o funcionamento cognitivo. Nossos dados referentes à concentração de lactato e pressão arterial corroboram com essa hipótese, pois os resultados das variáveis cognitivas, principalmente atenção e memória, apresentaram melhora após ambos os protocolos. Também podemos relacionar o aumento encontrado da concentração de lactato com o aumento da sensação de fadiga e diminuição de vigor e bem-estar encontrados nos dados do perfil de humor nas duas situações experimentais.

A pressão arterial (PA) apresentou aumento da pressão sistólica após o TM quando comparado com o teste em CR, evidenciando o caráter mais moderado do segundo protocolo. Também houve diferença no momento basal, onde o teste máximo apresentou maior pressão sistólica comparada ao protocolo em carga retangular, neste caso como não há influência direta do exercício físico, este aumento pode estar relacionado com outros mecanismos de resposta antecipatória frente ao exercício iminente.

A hipótese inicial testada neste estudo era que haveria uma intensidade ótima para melhorar o desempenho cognitivo, ou seja, era esperado que o exercício moderado promovesse melhores respostas cognitivas quando comparado com um exercício intenso. Porém, em nossos resultados encontramos que o exercício intenso realizado até a exaustão também promoveu melhoras similares no funcionamento cognitivo. Isso sugere que a ativação do SNC causada por ambos os tipos de exercício foi capaz de induzir benefícios na função cognitiva. Todavia, deve-se ressaltar que os resultados encontrados nesse estudo foram observados em jovens fisicamente ativos, e possivelmente em outras faixas etárias e diferentes níveis de atividade física, os resultados seriam diferentes, uma vez que o exercício intenso tende a elevar o quadro de fadiga e dessa forma prejudicar o desempenho cognitivo. Dentre as limitações para comprovar a hipótese inicial, podemos destacar o pequeno número de voluntários, e ainda a pouca diversidade de testes, visto que foram avaliadas apenas memória, atenção, aprendizagem e humor. Se aplicados testes que avaliassem pontos diferentes da função cognitiva, por exemplo raciocínio, talvez os resultados fossem divergentes do encontrados no presente estudo. Uma vez que foram avaliados apenas indivíduos saudáveis talvez tenha sido mais difícil verificar os efeitos agudos do exercício físico, pois eles já possuíam bom condicionamento físico e bom desempenho cognitivo possibilitando menor condição de melhora, este resultado é denominado “efeito teto”.

Com tudo, cabe ressaltar o importante papel do exercício físico na melhora de aspectos psicobiológicos, que vai além do tradicional ganho de condicionamento físico e/ou estética. As adaptações fisiológicas geradas pela prática do exercício físico atuam na eficiência do funcionamento do SNC, diminuindo transtornos de humor como depressão e ansiedade, e ainda

facilitando os processos de aprendizagem, memória e atenção. Dessa forma incluir o exercício físico como hábito de vida pode otimizar diversas tarefas e questões cotidianas, contribuindo para saúde total.

5. CONCLUSÃO

Os dados apontam que para sujeitos jovens e fisicamente ativos, ambos os protocolos de exercício físico trouxeram efeitos cognitivos positivos imediatamente após a prática, principalmente nos aspectos de atenção e memória. Sabendo que o exercício em carga retangular apresentou menores escores para percepção de fadiga e demanda fisiológica, sua prática é ampliada, pois se torna ao alcance daqueles que não possuem boa aptidão física. Mais estudos são necessários para esclarecer a influência da intensidade do exercício sobre os diferentes componentes da cognição nas mais variadas populações, seja elas crianças, adultos e idosos, com ou sem alterações cognitivas. Podemos citar como limitações para o presente estudo, o pequeno número de voluntários e o tempo de aplicação dos testes, uma vez que entre o primeiro teste aplicado e o último havia uma diferença de aproximadamente 20-30 minutos o que poderia mascarar o efeito imediatamente após do exercício físico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Guidelines for exercise testing and prescription**. 5.ed.rev. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
- ANDREATINI, R.; SEABRA, M.L. A estabilidade de IDATE-traço: avaliação após cinco anos. **Revista ABP-APAL**, v.15, n.1, p.21-25, 1993.
- BERCHTOLD, N.C.; CASTELLO, N.; COTMAN, C.W. Exercise and time-dependent benefits to learning and memory. **Neuroscience**, v. 167, p.588-597, 2010.
- BHAMBHANI, Y.; MALIK, R.; MOOKERJE, S. . Cerebral oxygenation declines at exercise intensities above the respiratory compensation threshold. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 156, p. 196–202, 2007
- BIAGGIO, A.M.B.; NATALICIO, L. **Manual para o inventário de ansiedade Traço-Estado (IDATE)**. Rio de Janeiro: Centro Editor de Psicologia Aplicada- CEPA, 1979.
- BORG, G.V. Simple rating methods for estimation of perceived exertion. **Physical Work and Effort** (edited by G. Borg). New York: Pergamon Press. 1977.
- BORG, G.V.; Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, n.14, p.377–381. 1982.
- BRASIL. Anuários da Previdência Social, 2013.
- BRISSWALTER, J.; COLLARDEAU, M.; RENÉ, A. Effects of Acute Physical Exercise Characteristics on Cognitive Performance. **Sports Medicine**, v.9, p.555-566, 2002.
- CAMBRI, L.T.; SOUZA, M.; MANNRICH, G.; CRUZ, R.O.; GEVAERD, M.S. Perfil lipídico, Dislipidemias e Exercícios Físicos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desenvolvimento Humano**, v.8, n.3, p.100-106, 2006.
- CASPERSEN, C.J.; POWELL, K.E.; CHRISTENSON, G.M. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. **Public Health Reports**, v. 100, n. 2, p. 126-131, 1985.
- CHANG, Y.K.; LABBAN, J.D.; GAPIN, J.I.; ETNIER, J.L. The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. **Brain Research**, n.1453, p.87-103, 2012.
- CHMURA, J.; NAZAR, K.; KACIUBA-USCILKO, H. Choice reaction time during graded exercise in relation to blood lactate and plasma catecholamines thresholds. **International Journal of Sports Medicine**, v.15, p.172-176, 1994.
- CHODZOKO-ZAJKO, W.J.; MOORE, K.A. Physical fitness and cognitive functioning in aging. **Exercise Sports Science Reviews**, v.22, p.195-220, 1994.
- COLES, K.; TOMPOROWSKI, P.D. Exercise and specific cognitive processes. **Journal of Sports Sciences**, v.26, n.3, p.333-344, 2008.

DAVRANCHE, K.;McMORRIS, T.. Specific effects of acute moderate exercise on cognitive control. **Brain and Cognition**, v. 69, p.565-570, 2009.

DENKINGER, M.D.; NIKOLAUS, T.; DENKINGER, C.; LUKAS, A. Physical activity for the prevention of cognitive decline. **Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie**, n.45, p.11-16, 2012

EKKEKAKIS, P. Illuminating the black box: Investigating prefrontal cortical hemodynamics during exercise with near-infrared spectroscopy. **Journal of Sport & Exercise Psychology**, v.31, p.505–553, 2009.

FIELD, A. **Discovering Statistics Using SPSS**. 2 ed. London: Sage, 2005.

FOSS, O.; HALLEN, J. Cadence and performance in elite cyclists. **European Journal of Applied Physiology**, v.93, n.4, p.453-462, 2005.

HANCOCK, S.; McNAUGHTON, L. Effects of fatigue on ability to process visual information by experienced orienters. **Perceptual and Motor Skills**, v.62, p.491-498, 1986.

HILLMAN, C.H.; ERICKSON, K.I.; KRAMER, A.F. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. **Nature Reviews Neuroscience**, v.9, p.58-65, 2008.

HOPKINS, M.E.;DAVIS, F.C.; VANTIEGHEM, M.R.; WHALEN,P.J.; BUCCI, D.J. Differential effects of acute and e regular physical exercise on cognition and affect. **Neuroscience**, v. 215, p.59-68, 2012.

LABELLE,V.; BOSQUET, L.; MEKARY,S.; BHERER, J. Decline in executive control during acute bouts of exercise as a function of exercise intensity and fitness level. **Brain and Cognition**, v.81, p.10-17, 2013.

LEZAK, M.D. **Neuropsychological Assessment**. 3 ed. Oxford: University Press, 1995.

LOX, C.L.; RUDOLPH, D.L. The subjective exercise experiences scale (SEES): factorial validity and effects of acute exercise. **Journal of Social Behaviour and Personality**, v.9, p.837–844, 1994.

KAMIJO, K.; NISHIHIRA, Y.; HIGASHIURA, T.; KUROIWA, K. The interactive effect of exercise intensity and task difficulty on human cognitive processing. **International Journal of Psychophysiology**, v.65, p.114-121, 2007.

KIMURA, K.; OBUCHI, S.; ARAI, T.; NAGASAWA, H.; SHIBA, Y. WATANABE, S.; KOJIMA, M. The influence of shor-term strength training on health-related quality of life and executive cognitive function. **Journal of Physiological Anthropology**, v.29, p.95-101, 2010.

KRAMER, A.F.; ERICKSON, K.I.; McAULEY, E. Effects of physical activity on cognition and brain. *Cognitive Neurorehabilitation: Evidence and Application*. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

McAULEY, E.; COURNEYA, K. The Subjective Exercise Experiences Scale (SEES): Development and preliminary validation. **Journal of Sport & Exercise Psychology**, v.16, p.163-177, 1994.

McGAUGH, J.L. The amygdale modulates the consolidation of memories of emotionally arousing experiences. **Annual Review of Neuroscience**, v.27, p.1-28, 2004.

- McMORRIS, T.; SPROULE, J.; TURNER, A.; HALE, B.J. Acute, intermediate intensity, and speed and accuracy in working memory tasks: A meta-analytical comparison of effects. **Physiology & Behavior**, v.102, p.421-428, 2011.
- McMORRIS, T.; GRAYDON, J. The effect of incremental exercise on cognitive performance. **International Journal of Sports Psychology**, n.31, p.66-81, 2000.
- McNAIR, D.M.; LORR, M.; DROPPLEMAN, L.F. **Manual for the Profile Mood States**. San Diego: Educational and Industrial Testing Services. 1971.
- MORGAN, G. A.; LEECH, N. L.; GLOECKNER, G. W.; BARRET, K. C. **SPSS for Introductory Statistics: Use and Interpretation**. 2 ed. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates (LEA), 2005.
- MURDOCK, B.B. The serial position effect of free recall. **Journal of Experimental Psychology**, v.64, p.482-288, 1962.
- POLITO, M.D.; FARINATTI, P. T.V.Considerações sobre a medida da pressão arterial em exercícios contra-resistência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.9, n.1, p.25-33, 2003.
- RATEY, J.J.; LOEHR, J.E. The positive impact of physical activity on cognition during adulthood: a review of underlying mechanisms, evidence and recommendations. **Nature Reviews Neuroscience**, v.22, n.2, p.171-185, 2011.
- ROHLFS, I.C.P.M.; ROTTA, T.M.; ANDRADE, A.; TERRY, P.C.; KREBS, R.J.; CARVALHO, T. The Brunel of mood scale (BRUMS):instrument for detection of modified mood states in adolescents and adults athletes and non athletes. **Fiep Bulletin**, v.75, p.281-284, 2005.
- SANTOS-GALDURÓZ, R.F.; OLIVEIRA, F.G.; GALDURÓZ, J.C.; BUENO, O.F. Cognitive performance of young and elderly subjects on the free word recall memory test: effect of presentation order on recall order. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.42, n.10, p.988-992, 2009.
- SHEPHARD, R.J., BALADY, G. Exercise as cardiovascular therapy. **Circulation**, v.99, n.7, p. 963-972, 1999.
- SILVA, C. A.; LIMA, W. C. Efeito Benéfico do Exercício Físico no Controle Metabólico do Diabetes Mellitus Tipo 2 à Curto Prazo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 46, n. 5, p.550-556, 2002.
- SPIELBERGER, C.D.; GORSHUSH, R.L.; LUSHENE, E. **Manual for the State-Trait Anxiety Inventory** ("Self-Evaluation Questionnaire"). 1.ed. Palo Alto: Consulting Psychologist Press, 1970.
- SPREEN, O.; STRAUSS, E. **A compendium of neuropsychological tests**. New York: Oxford University Press, 1991.
- TERRY, A.; SZABO, A.; GRIFFITHS, M.D. The exercise addiction inventory: A new brief screening tool. **Addiction Research and Theory**, v.12, n.5, p. 489–499, 2004.
- TERRY, P.C.; LANE, A.M.; FOGARTY, G.J. Construct validity of the POMS-A for use with adults. **Psychology of Sport and Exercise**, v.4, p. 125-130,2003.

- TOMPOROWSKI, P.D. Effects of acute bouts of exercise on cognition. **Acta Psychologica**, v.112, p.297-324, 2003.
- TURATO, E. R. Métodos qualitativos e quantitativos na área da saúde: definições, diferenças e seus objetivos de pesquisa. **Revista de Saúde pública**, v.39, n.3, p. 507-514, 2005
- VAN PRAAG, H.; SHUBERT, T.; ZHAO, C.; GAGE, F.H. Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. **Journal Neuroscience**, n.25, p. 8680-8685, 2005.
- VAN UFFELEN, J.G.Z.; CHINAPAW, M.J.; VAN MECHELEN, W.; HOPMAN-ROCK, M. The effects of exercise on cognition in older adults with and without cognitive decline: A systematic review. **Clinical Journal of Sports Medicine**, n.18, p.486-500, 2008.
- WASEERMAN, K.; WHIPP, B.J.; KOYAL, S.N.; BEAVER, W.L. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal Applied Physiology**, v.35, p.236-245, 1973.
- WASSERMAN, K. Determinants and detection of anaerobic threshold and consequences of exercise above it. **Circulation**, v.76, p.29-39, 1987.
- WASSERMAN, K.; KOIKE, A. Is the anaerobic threshold truly anaerobic? **Chest**, v.101, n.5, p.211-218, 1992.
- WECHSLER, D. **Wechsler Memory Scale—Revised**. San Antonio: Psychological Corporation, 1987.
- WECHSLER, D.A. Standardized memory scale for clinical use. **Journal of Psychology**, v.19, p.87-95, 1945.
- YERKES, R.M.; DODSON, J.D. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. **Journal of Comparative Neurology and Psychology**, v.18, p.459-482, 1908.



Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

Comitê de Ética em Pesquisa
Hospital São Paulo

São Paulo, 9 de novembro de 2007.
CEP 1727/07

Ilmo(a). Sr(a).

Pesquisador(a) MARCO TÚLIO DE MELLO

Co-Investigadores: Rafael Brandalize Brotti, Hanna Karen Antunes Marian Gabriela Menezes de Oliveira

Disciplina/Departamento: Psicobiologia da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo

Patrocinador: Recursos Próprios.

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA INSTITUCIONAL

Ref: Projeto de pesquisa intitulado: **“efeito do exercício físico agudo na função cognitiva comparação entre carga retangular e exaustão voluntária máxima”**.

CARACTERÍSTICA PRINCIPAL DO ESTUDO: ESTUDO CLÍNICO OBSERVACIONAL - TRANSVERSAL -.

RISCOS ADICIONAIS PARA O PACIENTE: Risco mínimo, desconforto leve.

OBJETIVOS: Investigar a resposta cognitiva de jovens do gênero masculino antes e após um exercício físico agudo..

RESUMO: Participarão deste estudo 30 voluntários sendo 15 jovens sedentários do gênero masculino e 15 atletas de endurance na mesma faixa etária e mesmo sexo. Os voluntários serão submetidos a dois tipos de protocolos de exercícios físicos: teste de carga progressiva até a exaustão voluntária máxima e teste em carga retangular.

Os voluntários responderão a 3 testes cognitivos antes e imediatamente após cada um dos protocolos de exercício.

Os testes cognitivos utilizados serão: atenção concentrada, Escala Wechsler de Memória. Antes dos voluntários realizarem as avaliações serão submetidos a um eletrocardiograma de repouso e de esforço para verificar a saúde cardiovascular dos mesmos. Serão submetidos também a uma avaliação clínica realizada pelo médico do CEME..

FUNDAMENTOS E RACIONAL: Ao longo dos últimos anos, diversos trabalhos têm demonstrado que o exercício físico é uma ferramenta importante que pode atuar em uma modulação positiva da função cognitiva...

MATERIAL E MÉTODO: Materiais e métodos adequadamente apresentados.

TCLE: Adequado, de acordo com a Res. 196/96.

DETALHAMENTO FINANCEIRO: Sem financiamento externo.

CRONOGRAMA: 12 meses.

OBJETIVO ACADÊMICO: Graduação.

ENTREGA DE RELATÓRIOS PARCIAIS AO CEP PREVISTOS PARA: **8/11/2008 e 8/11/2009**.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo **ANALISOU e APROVOU** o projeto de pesquisa referenciado.



Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

Comitê de Ética em Pesquisa
Hospital São Paulo

1. Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e termo de consentimento livre e esclarecido. Nestas circunstâncias a inclusão de pacientes deve ser temporariamente interrompida até a resposta do Comitê, após análise das mudanças propostas.
2. Comunicar imediatamente ao Comitê qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento do estudo.
3. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.

Atenciosamente,

Prof. Dr. José Osmar Medina Pestana
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da
Universidade Federal de São Paulo/ Hospital São Paulo

CEP 1727/07